

FOCAL PLATE AND ITS PRODUCTION

Patent Number: JP63221329
Publication date: 1988-09-14
Inventor(s): UTAGAWA TAKESHI; others: 02
Applicant(s):: NIKON CORP
Requested Patent: ☐ JP63221329
Application Number: JP19870056005 19870311
Priority Number(s):
IPC Classification: G03B13/24
EC Classification:
Equivalents: JP2503485B2

Abstract

PURPOSE: To provide inconspicuousness of the rough feel by stopping down by disposing microlenses on a focal plate in such a manner that randomness is slightly provided near a periodic structure as a premise with regard to the disposition of said lenses on the focal plate.

CONSTITUTION: Microlens-shaped curved surfaces having nearly the same shapes are two-dimensionally disposed diffusion plates. The average pitch P of the microlenses is 8μ approx.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-221329

⑤ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

④ 公開 昭和63年(1988)9月14日

G 03 B 13/24

8306-2H

審査請求 未請求 発明の数 2 (全7頁)

⑬ 発明の名称 焦点板及びその製造方法

⑭ 特 願 昭62-56005

⑮ 出 願 昭62(1987)3月11日

⑯ 発 明 者 歌 川 健 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内
 ⑰ 発 明 者 大 沢 圭 司 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内
 ⑱ 発 明 者 村 松 勝 東京都品川区西大井1丁目6番3号 日本光学工業株式会社大井製作所内
 ⑲ 出 願 人 株式会社ニコン 東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
 ⑳ 代 理 人 弁理士 渡辺 隆男

明 細 書

1. 発明の名称

焦点板及びその製造方法

2. 特許請求の範囲

(1) ほぼ同一形状のマイクロレンズ状曲面が2次元的に配置されてなる拡散板において、

前記マイクロレンズの平均的ピッチPが

$8\mu \leq P \leq 30\mu$ であり、

前記マイクロレンズの中心座標(X, Y)は、

前記平均的ピッチPと整数の組(I, J)とから決まる次の周期的格子点(X', Y')

$$\begin{cases} X' = P \times (I + 0.25 \times (-1)^J) \\ Y' = P \times (J \times \sqrt{3} / 2) \end{cases}$$

に対して、所定距離範囲内のバラツキをもって決定されており、

前記所定距離範囲は、 $0.1 \leq K \leq 0.4$ なる定数Kを用いて周期的格子点を中心に幅K×Pの範囲に限界づけられることを特徴とする焦点板。

(2) 前記所定距離範囲は、 $0.2 \leq K \leq 0.3$ なる定数を用いて周期的格子点を中心に幅K×Pの範囲

に限界づけられることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の焦点板。

(3) ピッチPの周期構造に所定距離範囲内のバラツキをもたせた濃淡分布を有するマスク原板を用い、これを感光材料に近接させて露光するかあるいは縮小投影露光するかにより、感光材料上に露光量に応じた平均ピッチ $8\mu \sim 30\mu$ の凹凸を形成する焦点板の製造方法であり、

前記マスク原板の濃淡分布の構造は、

(a) 濃部(又は淡部)の中心座標(X, Y)は、整数の組(I, J)から決まる次の周期的格子点

(X'(I, J), Y'(I, J))

$$\begin{cases} X'(I, J) = P_0 \times (I + 0.25 \times (-1)^J) \\ Y'(I, J) = P_0 \times (J \times \sqrt{3} / 2) \end{cases}$$

但し、 $I = 1, 2, \dots, I_n$; $J = 1, 2, \dots, J_n$

に対して所定距離範囲内のバラツキを持って形成され、

(b) 前記所定距離範囲は、 $0.1 \leq K \leq 0.5$ なる定数Kを用いて幅にしてK×Pの範囲であり、

(c) 前記 $I_n \times J_n$ 個の基本格子を周期的に覆

数回繰り返すことにより前記マスク原板の濃淡分布構造を形成することを特徴とする焦点板の製造方法。

(4) 前記所定距離範囲は、 $0.2 \leq K \leq 0.3$ なる定数を用いて周期的格子点を中心に幅 $K \times P$ の範囲に境界づけられることを特徴とする特許請求の範囲第(3)項記載の焦点板の製造方法。

(5) 前記所定距離範囲内におけるバラツキは、前記整数の組 (I, J) に関してランダムであることを特徴とする特許請求の範囲(4)の焦点板及び(3)記載の焦点板の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はカメラ等のビント合わせ用の焦点板及び焦点板の製造方法に関する。

(従来の技術)

従来の一眼レフカメラ用の焦点板としてはガラス等の母材を砂掛けにより粗面とし、これから金型をとってプラスチック材料の上に Y の凸凹を転

写し、これを焦点板として使用するものが公知である。又砂掛け粗面をエッチング等により加工して鋭角な部分をなくし、拡散特性を改善としたものが特開昭58-60642 により提案されている。

しかしこれらの焦点板は、ボケ味が自然の点に関しては評価が高い反面、暗いレンズや明るいレンズでも絞りを絞り込んだ時にスクリーン面に細かい砂をまいたような粒状性が認められ、見えを悪くするという欠点があった。

この様な効果は砂掛け面あるいはこれをもとに加工した面のミクロな凸凹がその形状(粒径、高さ)、配置において非常にランダム性が高い為に生じるものである。

他方ミクロな凸凹の形状(粒径、高さ)、配置を完全にそろえ、マイクロレンズを周期的に配列した構造の焦点板が特開昭55-90931 等により提案されている。

この様な焦点板は絞りを絞り込んでもスクリーン上に細かい砂をまいたような粒状性が現われる事がないという優れた特徴を有する反面、その同

期構造のゆえ回折光の方向が回折の次数に対応した特定方向に限定される為、多線ボケを生じる等ボケ味が自然でなくきたないという重大な欠点を生じていた。

上記両タイプの焦点板の欠点を解決するために半規則的な図形を点在させたレチクルパターンをステップアンドリビート法により繰返しながら大面積化してマスク原板を作り、該マスクパターンを感光材になめらかな凹凸として記録する方法が特開昭59-208536 により開示されている。

この従来例ではレチクルパターンを形成する各ドットについて、その円の直径・中心位置・中心間隔を乱数を用いて決定している。しかしこうして作成した原面ではレチクルの継ぎ目が不自然となることを指摘しており、ステップアンドリビート法によっても境界が目立たないようにする方法として、次のような4つの実施例を述べている。

第1例は第11図に示すように、レチクルを正方形のマスの区に分けし、境界で切断されても隣のレチクルと合成すれば、1つの継がった開口部が

できるように構成したものであり、第2例は第12図に示すように第1例をもとにこの正方形をその中心と面積が等しい円で置き換えたものであり、第3例は第13図に示すように第2例とその中心において等しく、直径が20 μ 、24 μ 、28 μ の3種の円形開口とし、境界線上で隣接する円の切り口を一致させたものである。

又第4例では計算機で発生させた単位パターンを機械的に並べた第14図の境界領域に存在する不完全円について第15図のように手を加え、境界線を変形させたものである。

(発明が解決しようとする問題点)

上述のごとき従来の例においては境界線上での切り口を一致させる為に手のこんだ処置を行わねばならない欠点があった。又このようにしたとしても第1、2、3例においては開口が境界線上で切断されている為に、ステップアンドリビートの際に1 μ オーダーの不一致は避けられず、これが不完全円を形成して境界を目立たせる効果が避け難いものであった。

さらにこの従来例では最初からランダムな分布を仮定しているので、ランダム性が強く現われすぎて、前記絞り込みによる砂をまいたような粒状性が現われやすいという欠点も有している。

本発明はこの様な従来の問題点に鑑みてなされたもので、境界が目立たないかつ粒状性とボケ味のバランスのとれた焦点板を提供する事を目的としており、その際の最適なランダムさに対して数値限定を与えるものである。

(問題点を解決する為の手段)

上記問題点を解決する為に、本発明では2次元の周期構造を与える格子点を決定し、この格子点の近傍でわずかのバラツキを持たせた点を決定し、この点を中心にして所定の大きさの開口部を形成している。

これにより従来例のごとき縫ぎ目の問題は全く考慮する必要が生じなくなり、2次元の周期構造を前提にその近傍でわずかに周期性を乱しているだけなので砂をまいた様な粒状性はほとんど現われず、又高次の回折光に関してはほとんど指向性

よりボケを利用して露光してもよいし、縮小投影露光しても良い。以下では本発明の論点であるマスク原板の構造を主に話をすすめる。

マイクロレンズが周期的に配列された焦点板を作るためのマスク原板の例を第7図に示す。第8図は、第7図のマスク原板により作成された焦点板のマット面の起伏を示す等高線図を示している。第7図はピッチ P_0 で直径 $P_0/2$ 程度の開口部が六方格子状に配列された場合を図示したもので、各開口部の中心座標(X' 、 Y')は次式で与えられる。

$$\begin{cases} X'(I, J) = P_0 \times (I + 0.25 \times (-1)^J) \\ Y'(I, J) = P_0 \times (J \times \sqrt{3}/2) \end{cases} \dots \dots \dots \textcircled{1}$$

第7図では $I = 1, 2, 3, 4$; $J = 1, 2, 3, 4$ の場合を図示している。

この様な周期格子による回折像は第9図のようになる。従って点像がボケた場合にはこの様な多点ボケとなり、線像がボケた場合には多線ボケとなってボケ味が悪く嫌われる。

を消失させる事ができるので、完全周期の拡散板に対してボケ味の改善された拡散板を得る事ができる。

(作用)

第6図～第10図を用いて、本発明の基本となる構造を説明する。本発明の原理及び作用を明確にする為にまず2次元周期構造状にマイクロレンズが並んだ焦点板について説明する。ここでマイクロレンズとはその曲面が第6図(a)の球状の場合のみでなく、サイン状(b)や円錐状(c)及びこれらを類似した形状の微小起状を総称するものである。

感光材に形成された濃度分布を表面凸凹に変更する方法としては感光材としてフォトレジストを使う場合やゼラチン乾板のブリーチ処理による方法が公知であり、ここでは詳述しない。

感光材の濃淡分布形成はマスク原板の転写により行なうが、その方法としては等倍のマスクを密着して露光しても、原板と感光材の間に200 μ 程度以下の間隙を設け、回折効果や光源の広がり

この場合回折光の各次数のなす角 $\Delta\theta$ (第9図)は入射光の波長を λ として

$$\Delta\theta = \frac{\lambda}{\alpha} = \frac{2}{3} \frac{\lambda}{P_0} \dots \dots \textcircled{2}$$

となる。第9図で $\theta_0 \sim \theta_{90}$ までの角度領域の回折光強度分布を計算してみたものが第10図である。この様に各回折次数の間にはほとんど光が来ない。

本発明に於いては各開口部の中心座標を①式で与えられる完全に周期からわずかにずらしている為、第9図や第10図で示した各回折次数の所以外にも光が散乱され、ボケ味の見苦しさが大巾に緩和される。

(実施例)

次に本発明の内容を第1図～第5図に示す実施例を即して説明する。第2図は第7図の周期的開口部の中心座標(X' 、 Y')をプロットしたものである。次にこの座標点(X' 、 Y')を中心にして Δ の領域(片側 $\Delta/2$ の広がり)を設定しこの領域の中で適当にバラツキをもたせて新しい中

心座標点 (X、Y) を決定する。(第 3 図 (a)、(b))。

適当なバラツキを持たせ方はどのようなものでも良いが、例えばこの領域内で全くランダムに値を発生させれば良い。

第 1 図は $\Delta/P = K$ として、 $K=0.25$ とした場合の例であり、これに対応する $\theta_0 \sim \theta_{90}$ までの角度領域における回折光強度分布を計算したものが第 4 図である。第 10 図と第 4 図を見比べれば、わずかのランダムさを導入した事により、回折光の指向性が弱まり、ボケ味の悪さが緩和される本発明の効果が明らかである。

次に、ランダムさの最適範囲について述べる。

当然な事ながら K の値が大きい程ランダムさを導入した効果は大きい。しかし $K \geq 0.5$ ともなると、山と山の間隔が平均的ピッチ P の半分から 1.5 倍以上の巾でバラツクことになり、最終的に得られるマット面の起伏は等高線で表現すると第 5 図のごとくなる。このような場合平坦部が増して

$\Delta\phi = n\lambda \cdot K$ となる。従って高次の回折光ほどランダムさの影響をうけて回折のピークが消失してくる。位相差のバラツキ $\Delta\phi$ が $\lambda/2$ 程度以上になるとかなり効果が認められ、 $\Delta\phi \geq \lambda$ では回折ピークはほとんど消失すると考えられるので、 K 程度のランダムさの導入でかなり効果が認められるのは

$$n \geq 1/(2K) \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{6}$$

以上の回折次数であり効果が完全となるのは

$$n \geq 1/K \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{7}$$

程度以上の回折次数である。

$K=0.25$ の場合について⑥式を適用すると $n \geq 2$ となる。実際第 10 図 ($K=0$) と第 4 図 ($K=0.25$) を見比べると、第 4 図では $n \geq 2$ のピークはかなり小さくなり、それに反比例に第 10 図ではピークのなかった中間的な角度領域にも山が現われており回折の指向性が弱まっている。

さて開放 F 値が 4 であるような撮影レンズの場合、入射光束のうち光軸に対して最大の入射角のものは約 7° である。

0 次光が増大し拡散性が悪くなると同時に、深い傾斜部ができて大きな角度の散乱光を増し、絞り込み時にマット面に砂をまいたようなザラツキ感が現われやすくなる。

従って本発明の効果が認められる範囲としては

$$0.1 \leq K \leq 0.5 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{8}$$

である事が必要であり、 $0.1 \leq K \leq 0.4 \cdots \textcircled{9}$

程度が好ましい。ザラツキ感が目立たず、ボケ味が改善される効果が認められる為には

$$0.2 \leq K \leq 0.3 \quad \cdots \cdots \cdots \textcircled{10}$$

程度である事が最も好ましい。

次に焦点板上でのピッチ P の違いによる効果の差について述べる。

マスク原板と 1 対 1 の縮尺で露光する場合には焦点板上でのピッチ P は原板のそれ P_0 に等しいが、縮小投影の場合には両者は等しくない。そこで両者を区別する為焦点板上でのマイクロレンズのピッチは P で表わすものとする。

前記 K 程度のランダムさを導入する事により、 n 次回折光における位相差のバラツキの巾 $\Delta\phi$ は

1 次回折光が 7° の方向になるのは、 $\lambda=0.5 \mu$ の場合は $P=4 \mu$ となり従って $P < 4 \mu$ では本発明のランダム性の効果は全く認められない事になる。 $F=4$ 、 $K=0.25$ で本発明の効果が現われ始めるのは 2 次回折光が 7° 以内に入る $P=8 \mu$ 程度のピッチにおいてであると言える。

焦点板の最適な拡散特性は厳密には撮影レンズの開放 F 値で変化するが、はん用性を考えると F 値にして 2.8 ~ 4 程度の範囲に散乱光が分布するように設計する事が多い。従って本発明の効果が現われる範囲としてはほぼ $P > 8 \mu$ で場合のあり、この 2 倍程度以上のピッチ $P \geq 15 \mu$ で相当効果があると言う事ができる。ピッチの上限に関しては上の議論からの制限は生じないが、通常の一眼レフのファインダーにおいては焦点板上で 30μ 程度以上になるとその構造が目に見えてくるので、マイクロレンズのピッチはこれ以下である事が好ましい。

次のこのような条件を有するマスク原板の作成方法について述べる。

マスク原板の作成法としては公知例として特開昭59-208536記載のものがある。これにおいてはレンズパターンをステップアンドリビート法によって拡げて記録した原板を作成しており、その場合のレチクル境界部の継ぎ目が目立たないようにする為の手法が述べられている。

即ちこの公知例ではパターンをランダムに発生させているので、どうしてもレチクル境界部で円形開口パターンが切断されるといった問題が生じ、公知例で述べられているような対策が必要となっていた。しかしながら本発明においては周期構造を前提とし、そのまわりでわずかに開口部の中心をふらせているだけなので公知例のように複雑な配慮を行なう必要でなく、周期構造の場合と全く同様の手順でパターンを拡げていくことが可能である。

即ち第7図の周期構造の場合、X方向には4つY方向には4つの開口部を並べているが、より一般的にX方向には $I \dots$ 個、Y方向には $J \dots$ 個の開口部を①式に従って並べたとし、開口中心

際の継ぎ目に関して特に配慮を必要としないというメリットがある。

そして基本となる周期構造としては正方形格子状でもよいが、細密充填でありかつ等方性の高い第7図のごとき六方格子状である事が好ましい。又開口部の直径は第7図ではピッチ P の半分としたが、これ以外の値でもよい。

以上では公知例と同様にレチクルパターンをステップアンドリビート法によりくり返して、目的の原板を作成する場合について述べたが、開口部が境界で切断される等の根本的な欠陥がなくても、ステップアンドリビートの際に間隔がわずかでもあいたり、つまったりすると、こうして作成された原板上にはやはりそれがばんやり認知できる程度の模様が生じてしまう。これを無くす為にはステップアンドリビートの量を非常に微妙に調整しなければならない。

この様な問題をなくす為にはエレクトロンビーム露光により、一気にマット面全体に相当する面積(24mm×36mm)に対して開口を描画してしまう

のピッチを P 。とすると、ステップアンドリビートの際に移動する量はX方向で $P \times I \dots$ 、

Y方向で $P \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times J \dots$ となる。

このようにすれば、第7図の点線で示した開口位置に次の始まりが自然的に決定され、公知例のごとく境界の心配をする必要がない。又本発明のように周期構造のわずかのランダムさを導入した第1図の場合では、その前提となった周期構造からきまる $I \dots$ 、 $J \dots$ 、 P の値を用いて、X方向には $P \times I \dots$ 、

Y方向には $P \times \frac{\sqrt{3}}{2} \times J \dots$

だけくり返し移動させれば自動的に目的のパターンの原板が得られる。第1図の点線で示した円形開口はこのようにして決定された次のステップの始まりの位置を示している。

以上のように本発明の方法では周期構造を前提にそのまわりでわずかにバラツキを持たせているので、公知例のごとくステップアンドリビートの

のが最も好ましい。実際エレクトロンビーム露光では50mm×50mm以上の領域を一気に描画する事が可能である。

又このような原板を用いて作成した焦点板又はその金型あるいはその前段階の凸凹が形成された乳材面に、さらに蒸着法やメッキ法により微小な凸凹を付加し、これから金型をおこして焦点板を作ることで、さらに拡散性が一様で、ボケ味の自然な焦点板を作ることにもできる。

以上の説明ではランダム性を導入しやすいマスク露光法を前提として、マイクロレンズ配置のランダム性の範囲について述べたが、他のマット作成法による場合に対してもこのことは適用可能である。即ち圧子によるマット母型上に前記ランダム性をもつ配置でマイクロレンズを形成し、この母型から公知の転写技術によりファインダーマットを量産することにもできる。従って上記ランダム性の適用はマイクロレンズの形成法には依存しない。

(発明の効果)

以上のように本発明によれば、焦点板上のマイクロレンズの配置に関して、周期構造を前提にその近傍でわずかにランダムさを持たせた配置をさせているので、絞り込みによるザラツキ感の目立たない、かつボケ味の不自然さの目立たない良好な特性の焦点板を得る事ができる。

又本発明では周期構造を前提としているのでマスク原板を作成する際に公知例で問題とされたレチクルの継ぎ目に関する問題を生じないという効果もある。

4. 図面の簡単な説明

第1図～第5図は、本発明の実施例の焦点板の構造及び製造方法を説明する為の説明図であり、

第1図は、第2図及び第3図において $\Delta/P=K$ ($=0.25$) とした場合の焦点板のマスク原板を表す説明図を示し、

第2図は、第7図のマスク原板の周期的開口部の中心座標を表す説明図を示し、

第3図(a)、(b)は、第2図の中心座標を

布を表す説明図を示す。

第11図～第15図は、従来の焦点板の構造及び製造方法を説明する為の説明図を示す。

出願人 日本光学工業株式会社

代理人 渡 辺 隆 男

幅 Δ の領域でバラツキをもたせた新しい中心座標を表す説明図を示し、

第4図は、第1図のマスク原板により作られた焦点板による回折像の回折強度分布を表す説明図を示し、

第5図は、第1図のマスク原板により作られた焦点板のマット面の起伏を示す等高線図を示す。

第6図～第10図は、本発明の基本となる焦点板の構造及び製造方法を説明する為の説明図であり、

第6図(a)～(c)は、本発明の焦点板のマイクロレンズの曲面を表す説明図を示し、

第7図は、本発明の焦点板のマスク原板を表す説明図を示し、

第8図は、第7図のマスク原板により作られた焦点板のマット面の起伏を示す等高線図を示し、

第9図は、本発明の焦点板の周期格子による回折像の説明図を示し、

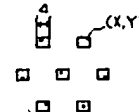
第10図は、第9図で示した回折像の回折強度分



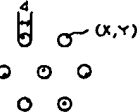
第1図



第2図

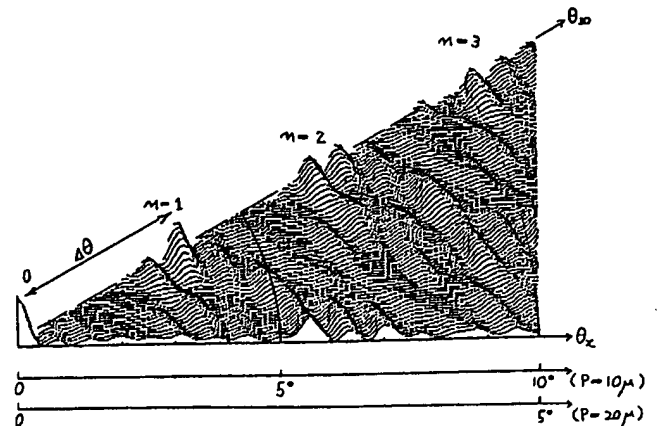


(a)

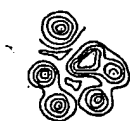


(b)

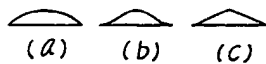
第3図



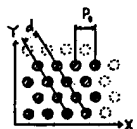
第4図



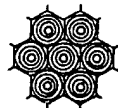
第 5 図



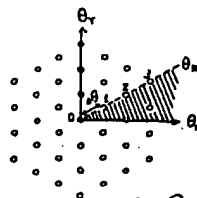
第 6 図



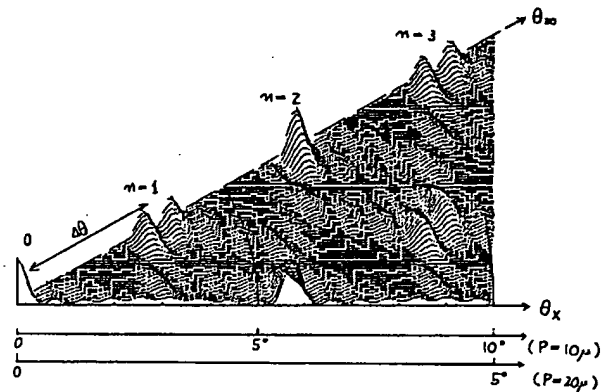
第 7 図



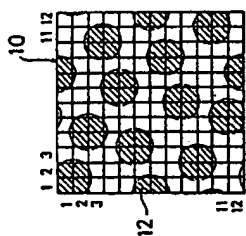
第 8 図



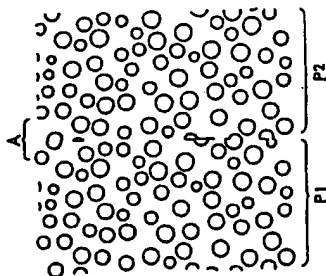
第 9 図



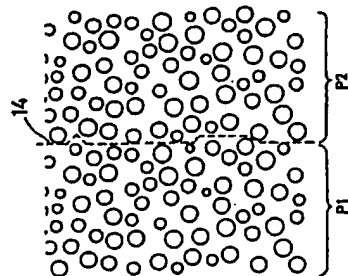
第 10 図



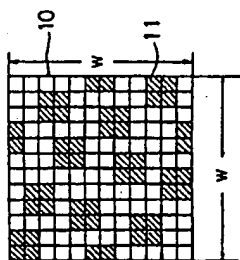
第 12 図



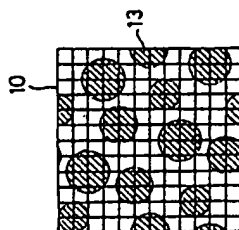
第 14 図



第 15 図



第 11 図



第 13 図